

放電加工用アタッチメントの製作

工作技術センター 磯谷 章

1. はじめに

機械要素のひとつである歯車は、動力伝達を目的に様々なところで利用されている。

この歯車の製作には、切削加工が主なる方法であるが、近年、塑性加工である鍛造をはじめとする転造・押し等の方法が研究され、実用化されつつある。本報告は、ヘリカルギアを押し加工するための金型を製作するために、汎用放電加工機に取り付けるアタッチメントを製作したので、そのことについて報告する。

2. 放電加工とは

機械加工のひとつで、図1に示すように、工具となる電極と工作物との間に直接放電を発生させ、この放電による熱的作用で材料を加熱して蒸発・熔融状態するとともに力学的作用により衝撃的な力を発生させ熔融部分を飛散除去する加工である。これを効果的に行うため、この熱的作用・力学的作用を規則的に繰り返している。

放電加工機には、形彫り放電加工機とワイヤ放電加工機があり、今回使用する形彫り放電加工機はさらに汎用式とNC制御の加工機がある。

汎用式は、総形電極をサーボ制御で上下方向に動かすことにより、主に電極の反転転写形状の加工に用いられている。

NC放電加工機は、X,Y,Z軸方向に加えZ軸周りの回転 θ をもサーボ制御することにより、図2の(a)

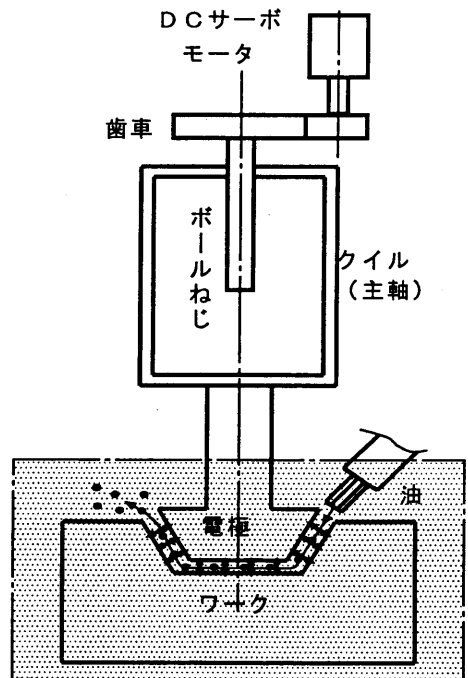


図1 形彫り放電加工機

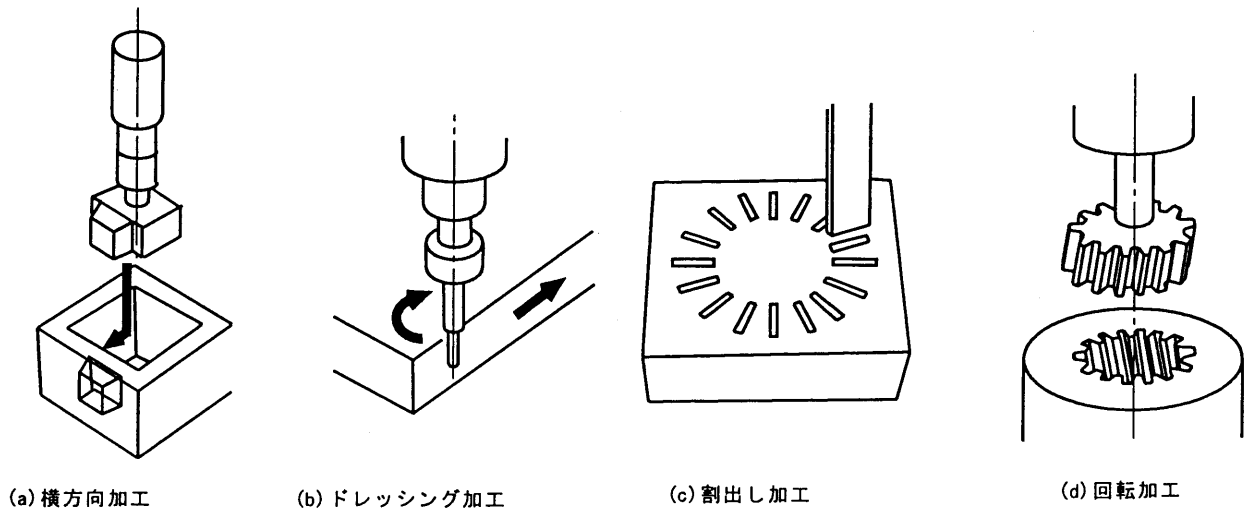


図2 NC形彫り放電加工機

横方向加工 (b) ドレッシング加工 (c) 割出し加工 (d) 回転加工に示すよう汎用式に比べ、より複雑な形状の加工が可能である。

3. ヘリカルギアとは

歯すじが軸方向に対し平行な平歯車に対し、図3のように歯すじが軸方向に対して傾斜したつる巻き曲線であるものがヘリカルギアである。平歯車に比べかみ合い率が高く、騒音の少ないなどの利点があり、自動車・オートバイなどの変速機部品として数多く使用されている。

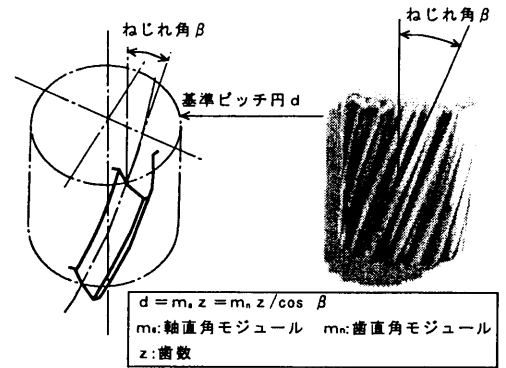


図3 ヘリカルギア

4. アタッチメント

形彫り放電加工を用いて、ヘリカルギア金型の様な電極の回転をとまなう加工をするためには、NC形彫り放電加工機を用いれば容易に加工することができる。今回は、汎用形彫り放電加工機にアタッチメントを取り付け電極を回転させるために図4の様なマスターギア方式、回転案内板方式の2つの方法を考えた。

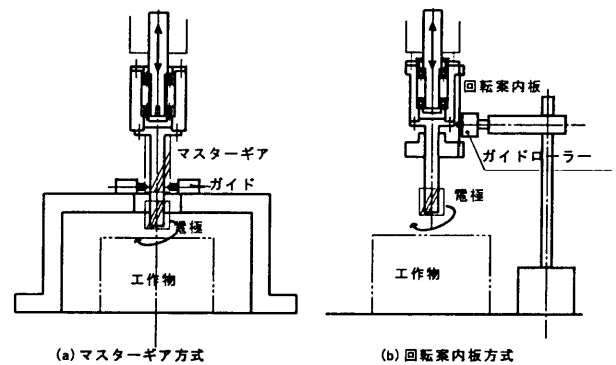


図4 アタッチメント回転方式

マスターギア方式は、歯切り盤で電極加工時に電極と同じ諸元のマスターギアを製作し、このマスターギア歯溝を利用した倣い加工である。

回転案内板方式はヘリカルギアの歯すじのつる巻き曲線を案内板で作し、それを倣う方法である。今回は、電極のストロークの関係で全長の短い後者を利用することとし、以下では案内板方式について報告する。

4-1. 構造

図5に示すように基本的な構成は、クイル取り付け軸にベアリングを介して回転円筒が取り付けられている。軸と回転円筒間には渦巻きバネが取り付けられており、円筒を回転させると反対方向に巻き戻ろうと復元力が働く。回転円筒下側には、電極取り付け軸を円筒と同心となるようインロー構造で吻合した。また、回転円筒側面には、ヘリカルギア電極の歯すじに合わせた回転案内板が取り付けられている。回転案内板は、塑性変形により局所的な形状変化がなく、より滑らかなつる巻き曲線となるようりん青銅バネ材(厚さ0.

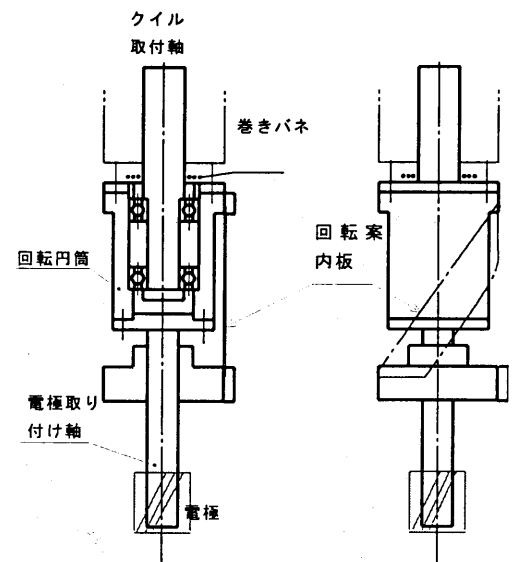


図5 アタッチメント

3 mm) を使用し、回転円筒外側に巻き付ける様に取り付けてある。回転案内板を支持するガイドローラーは、短絡を防ぐために絶縁材料を使用した。

図6に基礎円上と案内板での歯すじのつる巻き曲線の関係を示す。電極の基礎円上でのつる巻き線形状は直径 d_g の基礎円筒に、円筒軸に対して β_g の角度だけ傾いた直線 AB で切断した紙片を緩みなく張りながら巻き付けた時の曲線となる。基礎円筒上で歯すじの傾き β_g の角度を得るためには、回転案内板直径に於いて傾き β_r で切断した紙片を案内板円筒上に巻き付けたときのつる巻き線形状である必要がある。

4-2. 動作方法

図7に示すように、渦巻きバネの復元力を利用してガイドローラー（固定）に回転案内板を接触させる。サーボ制御でクイルが上下することにより、アタッチメントは回転案内板の傾斜に沿って回転する。アタッチメント先端に取り付けた電極は、上下の動き（ z 軸方向）に回転（ θ ）を加えた3次元的な動作をすることとなる。

5. 動作・加工結果

図8に示すように電極となるヘリカルギアにてこ式ダイヤルゲージ（精度： $1/100$ mm）を押し当て、クイルを上下に動作させることにより変位を測定する。電極は、つる巻き曲線の斜面に沿って回転しながら上下する。理想的な状態では円周方向・半径方向変位は、ともにゼロとなるはずである。

今回の測定結果は、電極下降時に円周方向 0.03 mm、半径方向 0.02 mm の変位を観測した。また、電極下降から上昇への変化時には、これより大きな 0.05 mm の変位を観測した。これはガイドローラーのベアリングのすきま及びガイドローラーが案内板を1カ所でガイドしているため、ガイドローラー支柱とアタッチメントの一時的な弾性変形によるものと思われる。

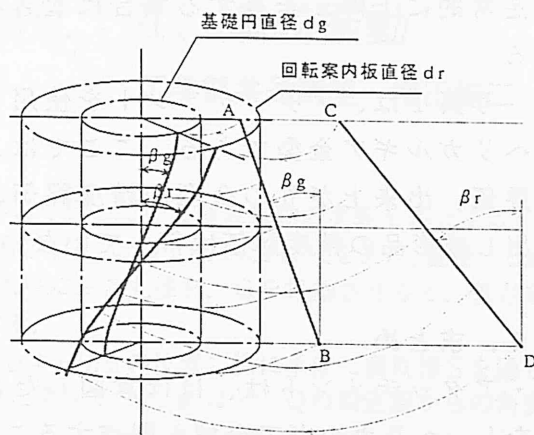


図6 つる巻き線軌跡

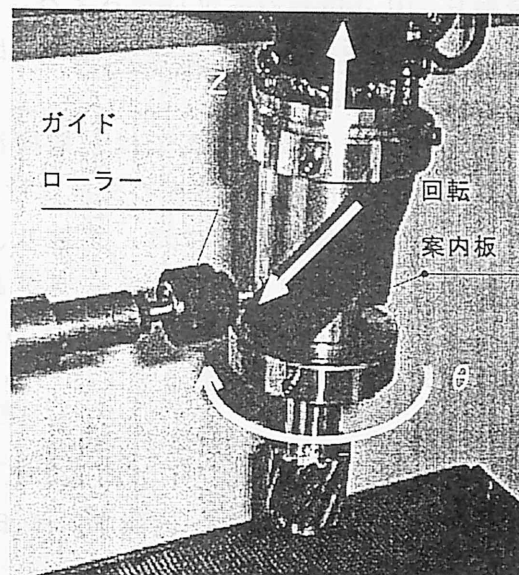


図7 動作原理

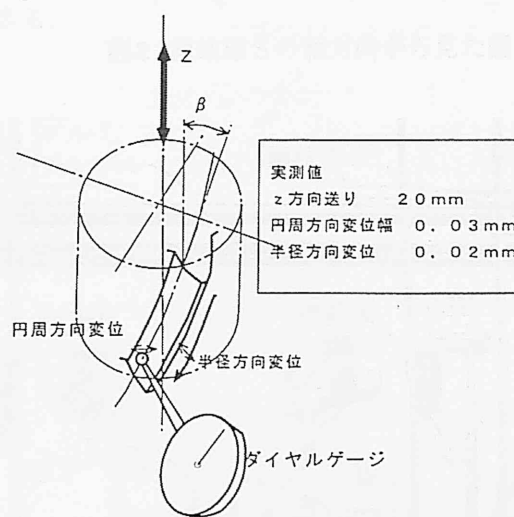
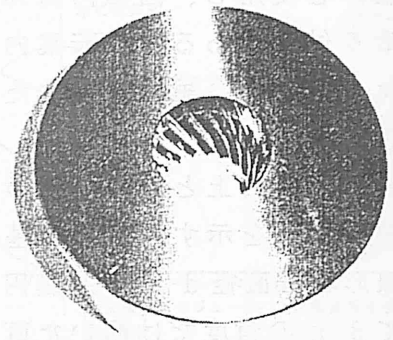


図8 変位測定

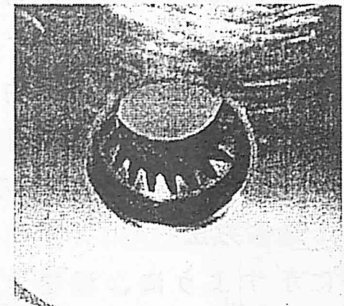
定常的に下降・上昇する場合は起きない現象である。

写真1は、アタッチメントを使用して加工したヘリカルギア金型である。ここでは、電極の精度評価、出来上がりの金型の精度評価、さらには押し出し成形品の精度評価は行っていない。



6. まとめ

- ・アタッチメントは、ほぼ意図したとおりの動作をし、ヘリカルギア金型を製作することができた。
- ・アタッチメント動作精度は、電極下降時、上昇時約0.03mmの変位に押さえることができた。
- ・今後、電極精度、金型精度、押し出し品精度の確認を必要がある。
- ・今回の形彫り放電加工では、電極消耗を考慮した荒取り、仕上げ用の電極の交換は行わなかった。精密な金型を作るためには、荒取り、仕上げ用の電極と加工途中で交換する必要があり、電極のセッティングの微調整機構を検討する必要がある。
- ・マスターギア方式による加工についても検討の必要がある。



モジュール：1.5 歯数z：18

写真1 ヘリカルギア金型

参考文献

- 1) 向山芳世；形彫・ワイヤ放電加工マニュアル,大河出版
- 2) 井原素三,松田 孝；機構学入門,日新出版
- 3) 上野 拓；歯車工学,共立出版